



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2017/2018

Innova-Docencia 70

“Química Inspirada por la Naturaleza:

Lecciones en el Museo Nacional de Ciencias Naturales II”

Eva Batanero Cremades

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO INNOVA-DOCENCIA 70

El *proyecto Innova-Docencia 70* es una continuación del proyecto *Innova-Docencia 30* que se desarrolló durante el curso académico 2016-2017 y su objetivo principal es implementar una nueva estrategia de enseñanza/aprendizaje que *motive* a los estudiantes hacia el estudio de Biología, favorezca la *comprensión* de los contenidos y les permita *conectar* los nuevos conocimientos adquiridos con el mundo real que les rodea. Motivación, comprensión e interdisciplinaridad son tres grandes retos a los que se enfrenta el profesorado de la asignatura de Biología del Grado en Química, que se imparte durante el primer cuatrimestre y que es de carácter obligatorio para los estudiantes de primero (6 ECTS), dado el escaso interés que despierta esta asignatura en los estudiantes de esta disciplina (además de otras, como física, arquitectura etc.), al considerarla una *asignatura difícil de aprender y de poca utilidad*.

Esta estrategia docente tiene como eje metodológico principal la *Biomímesis*, pero a su vez se apoya en otras dos metodologías: (1) *La enseñanza/aprendizaje basada en Proyectos* y (2) *Los Museos como espacios de enseñanza/aprendizaje*. Todas ellas comparten un mismo principio: motivar al estudiante a aprender, implicándole en su propio proceso de aprendizaje. El estudiante ha de planificar, desarrollar y evaluar un proyecto (de carácter interdisciplinar) que le interesa, al ser elegido por él, y que le permite conectar lo académico con la vida.

La Biomímesis es una nueva disciplina que se basa en el estudio de la Naturaleza como fuente de inspiración para un desarrollo sostenible. Esta disciplina implica tanto el aprendizaje de las mejores estrategias de la vida, los denominados *Principios de Vida* (estructuras, procesos, sistemas y funciones), como su transferencia a la sociedad para crear un mundo más sostenible. La Biomímesis se diferencia de la simple bioinspiración que ha practicado el hombre durante siglos al representar una nueva forma de ver la Naturaleza: como modelo, como maestra y como medida. Además, la Biomímesis ha puesto de manifiesto el carácter interdisciplinar de la Biología, la ciencia que estudia los *Principios de Vida*, puesto que combina los conocimientos biológicos con los tecnológicos o de otras disciplinas. Entre los ejemplos biomiméticos tenemos: el traje de baño *Speedo* modelo *Fastskin FSII* que imita las escamas en forma de V del tiburón, responsable de la gran velocidad con que se desplaza por el agua este animal; o el adhesivo para suturar heridas, basado en las proteínas que utiliza el mejillón para adherirse a las rocas, incluso bajo el agua. Aunque la Biomímesis ha ganado mucha popularidad entre los científicos, tecnólogos y el público general durante las últimas décadas, son pocas las universidades que la incluyen en sus planes de estudio.

Este proyecto de innovación se ha realizado, de nuevo, en colaboración con el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), institución del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) que conserva más de 6 millones de ejemplares en varias colecciones, además de dedicarse a la investigación (*Los Museos como espacios de enseñanza/aprendizaje*).

Los resultados del proyecto *Innova-Docencia 70* han demostrado que la Biomímesis representa una herramienta muy útil e interesante para motivar e implicar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje de Biología, siendo el MNCN un espacio idóneo para el aprendizaje de Biología.

Comparado con el proyecto anterior, *Innova-Docencia 70* sigue manteniendo el desarrollo de un trabajo de investigación con grupos de 5 estudiantes (*La enseñanza/aprendizaje basada en Proyectos*) sobre un ejemplo biomimético elegido tras una visita guiada al MNCN, para facilitar el aprendizaje de Biología; y los trabajos realizados se presentará en una exposición/taller en el MNCN. Lo novedoso del proyecto propuesto es que las especies seleccionadas estarán relacionadas con *el viaje de Alexander von Humboldt por América*.

1. OBJETIVOS PROPUESTOS DEL PROYECTO INNOVA-DOCENCIA 70

Los **principales objetivos** propuestos de esta experiencia docente dirigida al **estudiante de *Biología*** del Grado en Química, han sido:

1. *Motivar al estudiante hacia el estudio de Biología.* Esto ha sido uno de los grandes retos y responsabilidades del profesor y ha dependido, en gran parte: (1) de la implicación del estudiante en actividades que capten su atención, despierten su interés y curiosidad; (2) de su percepción de que dichas actividades progresan adecuadamente; y (3) de que el profesor pueda valorar de forma explícita el trabajo realizado.
2. *Implicar al estudiante en su propio proceso de aprendizaje,* a la vez que se ha tratado de facilitar la correcta comprensión de la asignatura de *Biología*. Principalmente, sin olvidar el aspecto curricular, se ha trabajado sobre temas relacionados con alguno de los de los conceptos desarrollados en las clases teóricas.
3. *Contribuir a la formación científica del estudiante,* fomentando su hábito de la observación, su pensamiento crítico y su capacidad creativa. Además, se le ha hecho partícipe de los obstáculos y dificultades que presenta cualquier trabajo de investigación, como de la disciplina y responsabilidad necesarias para llevarlo a cabo.
4. *Permitir al estudiante establecer la conexión entre el aprendizaje en el aula y el mundo real.* Una de las funciones asignadas a la Universidad es formar profesionales que puedan desenvolverse en un mundo cada vez más competitivo.
5. *Facilitar al estudiante ver las relaciones existentes entre diferentes disciplinas (Química, Biología, Ingeniería, etc.).* De esta forma, el estudiante ha descubierto la necesidad y la ventaja de la multidisciplinaridad.
6. *Sensibilizar al estudiante frente a los problemas ambientales globales y la necesidad de un cambio hacia un desarrollo sostenible: Química sostenible o verde.*
7. *Manejar de forma autónoma y con criterio diferentes fuentes bibliográficas - normalmente en inglés- para documentarse. Y de aprender a comunicar a los demás información de forma escrita, oral y visual, en español e inglés.*

8. Finalmente, esta experiencia docente ha proporcionado un entorno favorable para que el estudiante *desarrolle las relaciones humanas, con todo lo que ello implica: profesor-estudiante y estudiante-estudiante.*

Otros **objetivos** de este proyecto han sido:

9. *Fomentar la interacción –importante y necesaria- entre la Universidad y el MNCN. Redescubrir el museo como un espacio no formal de aprendizaje interactivo de Biología, desechando la idea de que los museos son sólo para las escuelas y los institutos.*
10. *Crear y consolidar un equipo de trabajo, formado por profesores, estudiantes y personal del museo, comprometido con la innovación docente y la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales.*
11. *Potenciar la calidad de la enseñanza de Biología del Grado en Química impartido por el Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular I, en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).*

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO ALCANZADOS

Todos los objetivos específicos propuestos (1-11) del proyecto han sido alcanzados tal y como ha quedado reflejado a través del taller “ExperimentÁrea Biomímesis” realizado en el MNCN.

3. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROYECTO

El objetivo general del proyecto ha sido *contribuir a la mejora de la enseñanza/aprendizaje de la asignatura de Biología* del Grado en Química. Para ello el profesorado ha implementado en el aula, y de forma combinada, dos metodologías: *La Biomímesis* y *La enseñanza/aprendizaje basada en Proyectos*, que han demostrado ser herramientas muy útiles en el aula, para despertar la motivación y el interés de los estudiantes por el aprendizaje de *Biología*. Por un lado, al implicarlos en su propio proceso de aprendizaje, los estudiantes han tenido un papel protagonista al ser los responsables del desarrollo de proyectos interesantes y retadores, elegidos por ellos mismos. Por otro lado, les ha permitido ver la aplicación o transferencia sostenible de lo aprendido en el aula a la sociedad y el medio ambiente. A estas dos metodologías didácticas se ha unido una tercera: *Los Museos de Ciencia Naturales como espacios de enseñanza/aprendizaje* de ciencia por investigación.

Los proyectos de investigación tutorizados han sido desarrollados durante el primer cuatrimestre del curso en grupos de 5 estudiantes. Un total de 2 grupos de teoría han participado en esta experiencia docente. Los trabajos realizados han sido expuestos a otros estudiantes (en el aula) y al público en general (en el MNCN).

4. RECURSOS HUMANOS

El grupo de trabajo está integrado por:

- **Eva Batanero Cremades** (*Responsable del Proyecto*). Profesora Titular de Universidad.
- **Inmaculada Fernández Fernández**. Catedrática de Universidad.
- **Belén Yélamos López**. Profesora Titular de Universidad.
- **Pilar López García-Gallo**. Directora de Comunicación y Programas Públicos del MNCN.
- **Juan Carlos López-Rodríguez**. Becario Predoctoral FPU. Dpto. Bioquímica y Biología Molecular.
- **Pablo San Segundo Acosta**. Becario Predoctoral FPU. Dpto. Bioquímica y Biología Molecular.
- **Esperanza Rivera de Torre**. Becaria Predoctoral UCM. Dpto. Bioquímica y Biología Molecular.
- **Katia Estefanía Liñan Vargas**. Estudiante UCM. Facultad de Ciencias Químicas.

En relación a los *recursos humanos*, los ocho componentes del grupo de trabajo han contribuido en el desarrollo con éxito del proyecto. Así:

La dirección, la organización y la coordinación del proyecto han sido llevadas a cabo por la **profesora Eva Batanero**, contando con el apoyo y la colaboración del resto del equipo UCM, y de **Pilar López García-Gallo** del MNCN. El seguimiento y evaluación del proyecto ha sido abordado en reuniones conjuntas.

Eva Batanero, **Inmaculada Fernández** y **Belén Yélamos**, las tres profesoras que imparten la asignatura de *Biología* de 1º en el Grado en Química, a cuyos estudiantes se ha dirigido este proyecto de innovación docente, se han responsabilizado del seguimiento y apoyo del aprendizaje de los estudiantes matriculados en su grupo de teoría de la asignatura. Sin embargo, dada las características de los grupos de teoría - entre 40 y 50 estudiantes por grupo, se ha requerido el apoyo de un segundo supervisor durante las sesiones. Para esta tarea se ha contado con **Juan Carlos López-Rodríguez**, **Pablo San Segundo Acosta** y **Esperanza Rivera**, becarios predoctorales del Programa de Bioquímica, Biología Molecular y Biomedicina.

Pilar López García-Gallo, Directora de Comunicación y Programas Públicos de MNCN, ha organizado y supervisado la visita guiada al MNCN, con la que se ha iniciado el proyecto de innovación, contando con el apoyo de los monitores del MNCN **Luis Barrera Picón** y **Mª José Suárez Álvarez**.

Los **ocho miembros del equipo de trabajo** han participado en la organización, preparación y desarrollo del taller en el Aula Circular del MNCN. Así mismo hay que destacar el trabajo de **Alfonso Nombela Gómez**, diseñador gráfico del MNCN, y la participación de **Katia Estefanía Liñan Vargas** estudiante de 2º del Grado de Químicas que quiso repetir la experiencia del curso anterior.

5. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Los proyectos de investigación se han realizado a lo largo del primer cuatrimestre del curso 2016-2017, periodo en el que se imparte la asignatura de *Biología*. Durante este tiempo, se han dedicado un total de 10 sesiones de trabajo presencial tutorizado a los proyectos: 9 sesiones de 50 minutos en el aula y 1 sesión de 1 hora a la visita guiada en el MNCN. La organización del trabajo en este periodo ha sido:

- Septiembre 2017

El primer día del curso el profesor ha presentado el proyecto a los estudiantes, indicando claramente todos los objetivos del mismo.

- Octubre 2017-Enero 2018

El proyecto se ha iniciado con una charla sobre Biomímesis y una visita a las exposiciones del MNCN, guiada y explicada por los propios monitores del museo, lo que permitió a los estudiantes observar la biodiversidad y conocer sus diferentes estrategias, y así poder seleccionar, libremente, el ejemplo biomimético de estudio. Durante la visita los estudiantes recorrieron tres de las exposiciones permanentes del museo: “*Océanos*”, “*Mediterráneo, naturaleza y civilización*”, y “*Fauna del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*”. Todas las exposiciones son ricas en especies que han sido utilizadas como fuente de inspiración biomimética. Los estudiantes que así lo han requerido han podido visitar de forma gratuita las colecciones del MNCN durante el tiempo que ha durado el proyecto de investigación.

Una vez elegido el ejemplo biomimético, se ha dedicado una sesión en el aula de informática de la Facultad de Ciencias Químicas para llevar a cabo la búsqueda bibliográfica para documentarse, en diferentes bases de datos de revistas y publicaciones científicas (MEDLINE, www.ncbi.nlm.nih.gov), boletines electrónicos u otro tipo de fuentes de información disponibles en *Internet*, como páginas *web* especializadas en zoología y botánica. *AskNature* (www.asknature.org) y MEDLINE han sido las bases de datos que se han utilizado principalmente. Se ha tratado de un proyecto de investigación documental, en el que se ha buscado información que describe el ejemplo biomimético con el fin de analizar y comprender el principio de vida, y su aplicación en una solución pro-sostenible. Con la documentación se ha trabajado en la elaboración de un breve informe escrito y una presentación *power point*, durante 4 sesiones en el aula.

Finalmente, se han dedicado 3 sesiones en el aula a la presentación oral de los trabajos realizados a los otros estudiantes.

Durante el fin de semana del sábado 5 y domingo 6 de Mayo 2018, se ha realizado la actividad “*ExperimentÁrea Biomímesis. Biomimetizando... Construimos un mundo mejor*” en el Aula Circular del MNCN, donde trece estudiantes voluntarios han tenido la oportunidad de explicar sus proyectos al público asistente. Se prepararon un total de 8 talleres para la misma que han requerido 4 paneles y diversos materiales como fichas informativas plastificadas, cuadernillos de trabajo y diplomas para los asistentes.

Plan de trabajo

| | |
|--------------------------------|--|
| Septiembre 2017 | Presentación del Proyecto a los estudiantes y organización de los grupos de trabajo |
| Octubre- Diciembre 2017 | Charla sobre Biomímesis, visita guiada al MNCN y selección del ejemplo biomimético (2 sesiones) |
| | Búsqueda y selección de la información en diversas fuentes (<i>web</i>, bases de datos, etc.) (1 sesión) |
| | Desarrollo del proyecto de investigación bajo la supervisión del profesor y elaboración de un breve informe y de una presentación <i>power point</i> (4 sesiones) |
| Enero 2018 | Exposición oral de los proyectos de investigación ante el resto de los estudiantes (3 sesiones) |
| Abril & Mayo 2018 | Preparación y participación en la actividad en el MNCN |

6. ANEXOS

I. MEMORIA ECONÓMICA DE GASTOS

El proyecto Innova-Docencia 70 se ha podido realizar en su totalidad gracias a la financiación del MNCN, dado el interés que mostró desde el primer momento Pilar López García-Gallo por el mismo y al no poder contar con el apoyo económico de la UCM:

- *Gastos de contratación de los dos educadores requeridos para realizar la visita guiada al MNCN de los estudiantes: 500 euros.* Este tipo de contratación corre a cargo de una empresa externa que es la que utiliza el MNCN para realizar las actividades educativas que se llevan a cabo en el propio museo. Un total de dos grupos de teoría participaron en esta experiencia docente, lo que ha supuesto 500 euros para la *contratación de dos educadores* por grupo. Es importante resaltar que como fruto de nuestra colaboración el MNCN no ha cobrado las entradas a los estudiantes el día de la visita guiada. Además los estudiantes han tenido acceso gratuito al museo durante el periodo de tiempo que duró el proyecto de investigación.
- *Gastos del montaje de la actividad en el MNCN: 600 euros.* Dicha actividad ha requerido la elaboración, diseño e impresión de 4 paneles, fichas informativas que recogen los trabajos de los estudiantes, cuadernillos de trabajo y diplomas para los asistentes. Estos gastos también incluyen la compra del material fungible necesario para la realización de los talleres.
- **Gastos totales: 1100 euros.**

II. VISITA AL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

El *Proyecto de Innovación Docente* se inició con una visita guiada por monitores al MNCN que permitió a los estudiantes de Biología conocer la biodiversidad y sus diferentes estrategias adaptativas, y así poder seleccionar el ejemplo biomimético de estudio.

Durante la visita los estudiantes recorrieron tres de las exposiciones permanentes del museo: “Océanos”, “*Mediterráneo, naturaleza y civilización*”, y “*Fauna del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*”.



Océanos fue una de las exposiciones del MNCN que recorrieron los alumnos durante la visita guiada.



Fauna del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama visitadas por los estudiantes.



En el recorrido se seleccionaron algunos ejemplares para orientar a los estudiantes.



El elefante africano, cazado en Sudán por el duque de Alba en 1913, es uno de los ejemplares emblemáticos que exhibe el museo.

III. ACTIVIDAD “EXPERIMENTÁREA BIOMÍNESIS. BIOMIMETIZANDO... CONSTRUIMOS UN MUNDO MEJOR” MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES



Aula Circular del MNCN donde se realizó la actividad *ExperimentÁrea Biomínesis*.



Talleres: *¿Qué podemos aprender del Pingüino de Humboldt?* y *¿Qué podemos aprender del Delfín rosado?*



Talleres: *Granizado de colores* y *Crea tu pila verde*.



Talleres: *¿Qué podemos aprender del Calamar de Humboldt?* y *¿Qué podemos aprender del Colibrí del Chimborazo?*

IV. INVITACIÓN A LA ACTIVIDAD DEL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES



ExperimentÁrea Biomímesis



Biomimetizando... Construimos un Mundo Mejor



Después de 3800 millones de años de prueba y error, la *Naturaleza* sabe lo que funciona y es apropiado para la vida en la Tierra. Las estrategias de la *Naturaleza* han servido al hombre como inspiración para diseñar tecnología sostenible. Esta nueva ciencia se llama **Biomímesis** (de *bio*, vida y *mimesis*, imitar). Para conocerla, el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) acoge **ExperimentÁrea Biomímesis: Biomimetizando... Construimos un Mundo Mejor**, un espacio de experimentación resultante del *Proyecto de Innova-Docencia* entre la Facultad de Ciencias Químicas (Universidad Complutense) y el MNCN, con la participación de los estudiantes de Biología del Grado en Química.

Te proponemos buscar en familia tu fuente de inspiración biomimética entre delfines, pingüinos, anguilas eléctricas y otros curiosos organismos. Habrá talleres, demostraciones y muchas cosas más.

Lugar: Aula Circular del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Fecha/Horario: Sábado 5 y domingo 6 de mayo de 2018, de 12:00 a 13:30 h.

Dirigida a: Público general y familia con niños a partir de 5 años (se requiere inscripción, info.edu@mncn.csic.es).